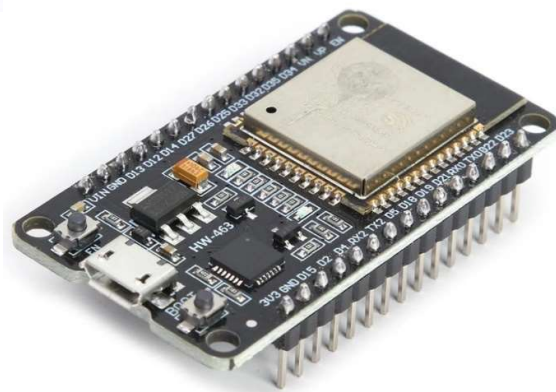
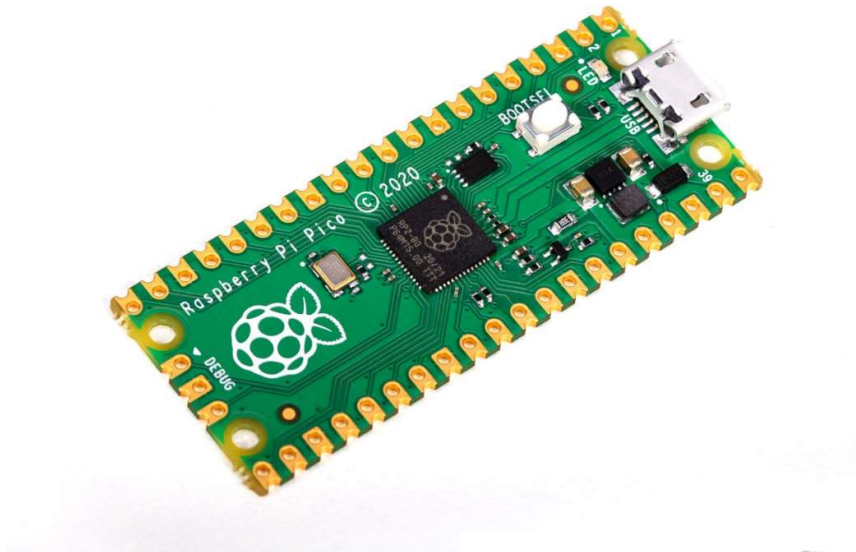


Microcontrollers en MicroPython (V1.20)



DIRK GHYSELS

Het volledige werk mag elektronisch verspreid en gekopieerd worden mits vermelding van de auteur en de tekst op deze pagina. Het verspreiden in gedrukte vorm is alleen toegelaten mits toestemming van de auteur. Het overnemen van gedeelten van dit boek is toegelaten mits bronvermelding.

Ondanks alle zorg die besteed is aan dit boek kan de auteur geen aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele schade die voortvloeit uit fouten in dit werk.

Mei 2023

1. Inhoud

1.	Inhoud	3
2.	Inleiding	9
3.	Hardware en software: een overzicht.....	11
	Microcontrollers	11
	Ontwikkelbordjes	12
	Enkele voorbeelden	13
	RP2040	13
	Controllers van Espressif.....	13
	SAMD21G18.....	15
4.	Experimenteren met microcontrollers	17
5.	Installatie van Python en MicroPython.....	23
	Thonny	24
	Installatie van MicroPython door Thonny.....	24
	Installatie van MicroPython door kopiëren	26
	Installatie m.b.v. Thonny.....	26
	Installatie op een ESP-controller.....	27
	Installatie van Thonny op niet-Windows toestel	28
	Gebruik van Thonny	29
6.	Python: de basis	31
	De structuur van een Python-programma	31
	Naamgeving	31
	Commentaar	31
	Inspringen	32
	Opdrachten van meerdere regels en lege regels.....	32
	Aanhalingstekens	32
	Een programma opstarten	33
7.	Variabelen in Python.....	35
	Python getallen	35
	Rekenkundige bewerkingen.....	36
	Verkorte schrijfwijze van enkele bewerkingen	36
	Vergelijkingsoperatoren.....	37
	Logische operatoren	37
	Gegevens invoer en uitvoer	38
	Print.....	38
	Input.....	39
	rekenen met bits	40
	getalstelsels.....	40

8.	List, Tuple en String.....	43
	List	43
	Tuple	44
	String	44
	Stringbewerkingen	44
	Het opbouwen van een string.....	45
9.	programmastructuren	47
	voorwaardelijke instructies.....	47
	if	47
	if ... else en if ... elif	47
	Vergelijkingsoperatoren en logische expressies	48
	lussen – loops.....	48
	While	48
	De for-loop	49
	break en continue	50
	Try, except, else omgaan met ongewenste gebeurtenissen.....	51
10.	Functies, klassen en libraries	53
	Python functies	53
	Zelf gedefinieerde functies	53
	Recursiviteit	54
	globale en lokale variabelen	56
	Klassen en objecten	56
	Een klasse definiëren	57
	Libraries.....	58
	Modules: voorgedefinieerde libraries:.....	58
	Python standaard libraries.....	59
	MicroPython specifieke libraries.....	62
	Poort-specifieke libraries	63
	Uitgebreide libraries	63
11.	Hardware interfacing	65
	Digitale in- en output pinnen	65
	Contactdender van ingangspoorten	66
	GPIO-poorten en MicroPython	67
	Inputpin en interrupts.....	68
	De touch-ingangen van de ESP32	69
	analoge output.....	70
	Klasse PWM voor de ESP32:	71
	Klasse PWM voor de RP2040:	71
	De analoog-digitaal convertor	72
	De ADC van de ESP32	72
	De ADC van de RP2040	72

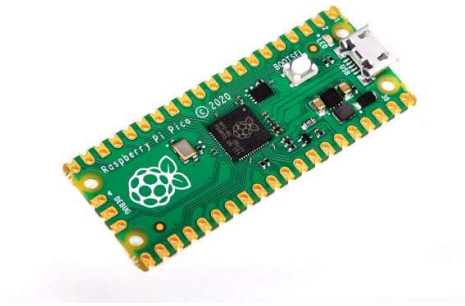
De interne temperatuursensor van de RP2040	73
Toepassing: temperatuur meten met de LM35	74
12. Experimenten met de GPIO-poorten	77
De uitgangen	77
Meerkleuren LED's	77
Meer LED's	80
Charlieplexing.....	80
7-segment displays.....	83
Geluid maken met een buzzer	86
Grotere belastingen schakelen met een FET	87
Grotere belastingen schakelen met een relais	88
Motoren	89
Motoren aan-en uitschakelen.....	89
De draairichting aansturen	89
De snelheid regelen	91
Aanwezigheidsdetectie met een PIR-sensor.....	92
13. Seriële bussen	95
De seriële poort.....	95
De 1-Wire Bus	95
De CAN-bus	96
De SPI-bus	96
Klasse SPI.....	96
De I2C-bus	97
Grove, QWIIC en Stemma QT connectoren	98
Klasse I2C	99
Klasse SoftI2C (niet voor alle controllers)	100
14. Kleine beeldschermen	103
7-segment displays.....	103
Aansturing met de TM1637	103
Aansturing met de TM1638	105
LCD karakter-displays.....	106
LCD met I ² C-interface.....	106
OLED-displays.....	109
Ssd1306 voor ESP8285 en ESP8266	110
Tekenen op een OLED-scherm	111
Ssd1306 voor andere controllers	111
Dot matrix displays.....	113
15. Timers en klokken	117
Timers	117
Declaratie van de timer.....	117
Verder werken met Timers	117

Project KLOK.....	119
De tijd berekenen	119
Een klok met 7-segment display	120
De RTC van de controller	121
Klasse RTC	122
Klasse utime	123
16. Sensoren en MicroPython	127
Temperatuur en luchtvochtigheid meten met DHT11 en DHT22	127
DS18B20: een temperatuursensor.....	129
aansluiting:.....	130
DS18B20 en MicroPython	130
HDC1008: temperatuur en luchtvochtigheid	131
BMP180: temperatuur- en luchtdruk.....	133
Opmerking	134
17. Werken met bestanden	135
Bestanden: lezen en schrijven	135
Enkele bestandsbewerkingen	136
Bestandsfouten	136
Toepassing: een temperatuurlogger	137
18. Netwerken	139
De verbinding met het netwerk.....	139
Verbinding met een router/access-point.....	139
Opmerking:	141
Netwerktoeepassingen	141
Gegevens van een webserver vragen	142
Een webserver	143
Toepassing: GPIO's uitlezen met de Webserver	144
Toepassing: schakelen met een webserver	146
Toepassing: een internetklok.....	148
Module ntptime	150
De controller als access-point	151
19. Enkele toepassingen	155
Dobbelstenen	155
Afstand meten met HC-SR04	155
Rotary encoders	156
Neopixel LED's.....	158
20. Bijlagen	163
Netwerk standaarden	163
WiFi	163
IP: Internet Protocol.....	163
TCP en UDP	164

Toepassingsprotocollen	164
Protocollen en de ESP32	164
Html in een notendop	165
De structuur van een html-pagina	165
HTML-head.....	167
HTML-body: headings, paragraphs, break	168
HTML-body: lijsten	168
Tabellen in html	169
21. Index	171
22. Lijst van de figuren.....	174
23. Inhoud van de download-folder	179
24. Bibliografie	181
Boeken	181
Tijdschriften	181
Websites	181

2. Inleiding

Dit boek gaat over microcontroller systemen. Dat zijn geen complete computers maar bordjes met een controller en veel aansluitpinnen. De controller is een chip met een processor, geheugen en bijkomende hardware. De bordjes hebben meestal één USB-poort voor voeding en voor de verbinding met een PC. Ze hebben geen aansluitingen voor beeld, geluid, toetsenbord of muis, Sommige bordjes hebben Bluetooth en WiFi aan boord.



Figuur 1: Raspberry Pi Pico

In dit werk gebruiken we MicroPython, een versie van Python voor microcontrollers. Python is een zeer krachtige taal maar tegelijkertijd is Python verrassend eenvoudig in het gebruik en zeker niet moeilijk aan te leren. In dit boek leer je werken met Python, je leert Python gebruiken voor het uitlezen van sensoren, voor de aansturing van verlichting, van motoren, enz. Het boek bevat veel voorbeelden en toepassingen.

MicroPython werkt alleen op de iets krachtigere controllers, de zogenaamde 32 bit systemen. In dit boek bestuderen we enkele van die systemen. We zien dat programma's in MicroPython eenvoudig overdraagbaar tussen die systemen. Ze werken direct of na minimale aanpassingen. Het boek is gebaseerd op MicroPython v1.20.0, de jongste versie tijdens het schrijven van het boek. Dit is zeker niet de definitieve versie. MicroPython werkt voortdurend verder. Foutjes worden verbeterd in volgende versies en ontbrekende stukken worden aangevuld.

In dit werk is alleen Open-Source software gebruikt. Deze software is vrij te gebruiken en te verspreiden. De voorbeeldprogramma's van de auteur zijn ook vrij. Hopelijk zijn ze bruikbaar of tenminste interessant voor de lezer.